

Nehézfémek hatása a vas felvehetőségére

PANDE P. és MISRA S. G.

Allahabadi Egyetem, Kémiai Tanszék, Allahabad (India)

A nagy termőképességű búza-, rizs-, és kukoricafajták bevezetésével a talajokban egyre gyakrabban jelentkeznek mikrotápanyag-hiányok. Egy vagy több mikrotápanyag ésszerű alkalmazásával viszont rekordterméseket érhetünk el. Bebizonyosodott azonban, hogy a vas felvehetőségét gyakran a talajhoz adott NPK, vagy más mikrotápanyagok befolyásolják.

HOLMES és BROWN [7] megállapította, hogy nehézfémeknek (Cu, Mn, Zn és Ni) a felvehető vashoz viszonyított feldúsulása még savanyú talajokban is vashiányt okozhat a növényekben. HANGER [5] szerint a nagy mennyiségű mangánt, molibdént és rézet tartalmazó talajokban termesztett növények növekedése megáll és klorózis jelentkezik. Ezeket a tüneteket megfelelő mennyiségű vas adagolásával meg lehet szüntetni. CROOKE és munkatársai [3] szerint a nikkel toxikus hatása csökken, ha a tápoldat nagy mennyiségű vasat tartalmaz; a vasfelvételt a nikkel mennyiségének és a pH-nak az emelkedése csökkenti. A vas és mangán közti viszonyt gyakran az ionantagonizmus jellemző példájaként emlegetik, azonban számos vizsgálat bizonyítja, hogy a réz inkább kiválthat vas-klorózist, mint a mangán [6, 7].

A nehézfémek hatása és a vas felvehetősége közti összefüggések elsősorban a növények esetében ismereteseek, gyakorlatilag alig van irodalmi adat a talajokra. Ezért kísérletekben megvizsgáltuk, hogyan befolyásolja a mangán, a réz és a nikkel egy alluviális talaj vastartalmának felvehetőségét.

Anyag és módszer

A vizsgált talajmintát egy alluvális talaj 0–15 cm-es rétegéből vettük (Manauri, Allahabad). Szárítottuk, porítottuk és 100 mesh sűrűségű szitán átszitáltuk. A talajminta egyes fiziko-kémiai tulajdonságait standard módszerekkel elemeztük (1. táblázat). A nehézfémek hatását a vas felvehetőségére inkubációs kísérletekkel tanulmányoztuk, melyek során 100–100 g talajt Pyrex-pohárban különböző módon kezeltünk. A tápanyagokat oldat formájában alkalmaztuk. A kezeléseket részletesen a 2. táblázat ismerteti.

A kezelt talajokat napfényen tartottuk és ha kiszáradtak, desztillált vízzel nedvesítettük meg. Ez a váltakozó kiszáritás és megnedvesítés 60 napig tartott, a 15., 30. és 60. napon végeztünk elemzéseket. A kivett talajmintát megszáritottuk, elporítottuk és pH-ját, valamint felvehető vastartalmát mértük. A pH-mérést Leeds-Northrup pH-méterrel végeztük, üvegelektrodot

alkalmaztunk az 1 : 2,5 arányú talaj : víz szuszpenzióban. A felvehető vasat OLSON [10] szerint, ortofenantrolin reagenst alkalmazva, kolorimetriásan határoztuk meg. A mintákat 1 n ammóniumacetát-oldattal 30 percen át kivonattuk, a talaj és a kivonó oldat aránya 1 : 4 volt.

Eredmények és értékelésük

A vizsgálatok során 7,5, 15,0 ill. 30,0 ppm vasat adtunk a talajhoz és 5,0, 5,5 ill. 7,2 ppm vasat találtunk 15 nap múlva. 60 napig tartó inkubáció után a felvehető vas koncentrációja 4,8, 5,0 ill. 5,8 ppm-re csökkent a vas megkötődése miatt. A 7,5 ppm-es kezelés esetében 60 nap elteltével a felvehető vas mennyisége a kezeltetlen talajban levő vaskoncentráció szintjére csökkent.

A mangán hatása a vas felvehetőségére

A talaj felvehető vastartalma csökkent az idő függvényében és a mangán mennyiségének növelésével. A vas és mangán együttes hozzáadása esetén csökkent a vas felvehetősége. Ha 30 ppm vasat és 50 ppm mangánt alkalmaz-

1. táblázat

A vizsgált talajminta kémiai jellemzője

a) Talajtípus	alluviális
pH	7,5
CaCO ₃	0,5%
b) Összes szerves C	0,835%
c) Felvehető Fe	4,8 ppm
d) Kicsérélhető Mn	3,5 ppm
e) Kicsérélhető Cu	0,55 ppm
f) Kicsérélhető Ni	0,40 ppm

tunk, a felvehető vas mennyisége a kezeltetlen talajban mért koncentrációra csökkent le (2. táblázat). Megállapítottuk, hogy a növekvő mangánmennyiséggel csökkenő vasfelvétel fordítva arányos a növény növekedésével és kis szárazanyag-tartalmat eredményez. NASON és McELROY [9] szintén megfigyelt vashiányt a talaj nagy mangántartalma esetén. Mind a vas, mind a mangán hozzáadása csökkentette a talaj pH-ját. Ez az inkubációs időszak kezdeti fázisában növelheti a vas felvehetőségét, azonban ahogy az inkubáció előrehalad, a pH emelkedik. Ily módon a vas felvehetőségében is változás történik.

Megállapították, hogy a talajban levő mangán a vas(II)-t felvehetetlen vas(III)-á oxidálja. SHERMAN és FUJIMOTO [12] a növény vashiányát a növényben levő kedvezőtlen vas—mangán aránynak tulajdonítják. Rámutattak, hogy mind a mangán, mind a vas oxidált formában van jelen a talajban, és hogy a mangántartalomtól független tényezők szabályozzák a talajok oxidációs-redukciós folyamatait.

A réz hatása a vas felvehetőségére

A vas felvehetősége csökkent, ha az eredeti talajhoz rézet adtunk. Ha 15 ill. 30 ppm réz hozzáadása mellett 7,5, 15,0 ill. 30,0 ppm vasat adtunk a talajhoz, a vas felvehetősége csökkent. Az időtartam hosszabbodásával nőtt a felvehetetlen vas mennyisége. A talaj pH-ja, mely a réz és vas hozzáadásakor csökkent, emelkedett a felvehető vas mennyiségének csökkenésével (3. táblázat). BROWN és munkatársai [2] valamint BINGHAM és munkatársai [1] szerint a réz feleslege fokozza a vashiányt. REUTHER és SMITH [11] megerősítette ezt a megállapítást. Vizsgálataik szerint talajokban és homokkultúrákban a nagy réztartalom Citrus-félékben vas-klorózist idézett elő. SPENCER [13] szintén

2. táblázat

A mangán hatása a vas felvehetőségére (ppm) és a talaj pH-jára

(1) Talajhoz adott mikroelem	15. nap		30. nap		60. nap	
	Fe	pH	Fe	pH	Fe	pH
Kontroll	4,8	7,5	4,6	7,5	4,5	7,5
25 ppm Mn	4,6	7,3	4,4	7,4	3,8	7,5
50 ppm Mn	4,3	7,1	4,0	7,3	3,4	7,4
7,5 ppm Fe	5,0	7,0	4,8	7,2	4,8	7,3
7,5 ppm Fe + 25 ppm Mn	4,8	6,7	4,6	6,8	4,0	7,2
7,5 ppm Fe + 50 ppm Mn	4,5	6,5	4,3	6,5	3,7	7,0
15 ppm Fe	5,5	7,0	5,0	7,0	5,0	7,3
15 ppm Fe + 25 ppm Mn	5,1	6,7	5,0	6,7	4,5	7,1
15 ppm Fe + 50 ppm Mn	4,7	6,4	4,7	6,6	4,0	6,8
30 ppm Fe	7,2	6,8	6,1	6,9	5,8	7,1
30 ppm Fe + 25 ppm Mn	6,4	6,5	5,8	6,7	5,0	6,9
30 ppm Fe + 50 ppm Mn	6,0	6,3	5,0	6,5	4,6	6,7

azt találta, hogy a talajokhoz adott nagy rézmennyiségek csökkentették Citrus-félék leveleinek vastartalmát.

3. táblázat

A réz hatása a vas felvehetőségére (ppm) és a talaj pH-jára

(1) Talajhoz adott mikroelem	15. nap		30. nap		60. nap	
	Fe	pH	Fe	pH	Fe	pH
Kontroll	4,8	7,5	4,6	7,5	4,6	7,5
15 ppm Cu	4,8	7,4	4,4	7,5	4,1	7,5
30 ppm Cu	4,6	7,2	4,2	7,3	3,8	7,5
7,5 ppm Fe	5,0	7,0	4,8	7,2	4,8	7,3
7,5 ppm Fe + 15 ppm Cu	5,0	7,0	4,4	7,0	4,2	7,2
7,5 ppm Fe + 30 ppm Cu	4,6	6,8	4,3	6,9	4,0	7,0
15 ppm Fe	5,5	7,0	5,0	7,0	5,0	7,3
15 ppm Fe + 15 ppm Cu	5,3	7,0	4,7	7,0	4,5	7,1
15 ppm Fe + 30 ppm Cu	4,9	6,7	4,5	6,7	4,3	7,0
30 ppm Fe	7,2	6,8	6,1	6,9	5,8	7,1
30 ppm Fe + 15 ppm Cu	6,8	6,8	6,0	6,9	5,4	7,1
30 ppm Fe + 30 ppm Cu	6,3	6,5	5,5	6,7	5,0	6,9

A nikkel hatása a vas felvehetőségére

Az eredeti talajhoz adott 20 és 50 ppm nikkel még az előbbi két elemnél is jobban csökkentette a vas felvehetőségét. 60 nap múlva még az eredeti talaj felvehető vastartalma (4,8 ppm) is lecsökkent (4,0 és 3,7 ppm). Hasonló jellegű volt a változás, ha a nikkelt vassal kezelt talajokhoz adtuk hozzá, azaz a nikkel a vas megkötődését idézte elő. A talaj kémhatása a vas és nikkel hozzáadása után először csökkent, később azonban növekedő tendenciát mutatott. CROOKE és munkatársai [3] megállapították, hogy a nikkel toxikus hatása kisebb mértékű, ha a tápoldatnak nagy a vastartalma és megfordítva. HOLMES és BROWN [7] szintén azt tapasztalták, hogy nagy mennyiségű nikkel a talajban vas-hiányt idézhet elő.

4. táblázat

A nikkell hatása a vas felvehetőségére (ppm) és a talaj pH-jára

(1) Talajhoz adott mikroelem	15. nap		30. nap		60. nap	
	Fe	pH	Fe	pH	Fe	pH
Kontroll	4,8	7,5	4,6	7,5	4,6	7,5
25 ppm Ni	4,5	7,2	4,3	7,4	4,0	7,4
50 ppm Ni	4,4	7,0	4,0	7,1	3,7	7,2
7,5 ppm Fe	5,0	7,0	4,8	7,2	4,8	7,3
7,5 ppm Fe + 25 ppm Ni	4,8	6,9	4,6	7,1	4,5	7,3
7,5 ppm Fe + 50 ppm Ni	4,5	6,7	4,3	7,0	4,3	7,1
15 ppm Fe	5,5	7,0	5,0	7,0	5,0	7,3
15 ppm Fe + 25 ppm Ni	5,3	6,7	4,8	6,9	4,7	7,3
15 ppm Fe + 50 ppm Ni	5,1	6,5	4,5	6,7	4,5	7,0
30 ppm Fe	7,2	6,8	6,1	6,9	5,8	7,1
30 ppm Fe + 25 ppm Ni	7,0	6,6	5,6	6,8	5,6	7,0
30 ppm Fe + 50 ppm Ni	6,3	6,4	5,2	6,6	5,0	6,8

A fentiekből kitűnik, hogy a talajokhoz adott nehézfémek a talaj felvehető vastartalmának csökkenését okozzák. Feltehető elsősorban, hogy a nehézfémek változó vegyértéküknek megfelelően a vas(II)-t vas(III)-á képesek oxidálni a változó nedves és száraz periódusokban. KLIMAN [8] szerint a növények számára csupán a kétértékű vas felvehető. Egy másik lehetőség, hogy a nehézfémek és a vas kevert oxidjai keletkeznek a talajban a fennálló pH-visszonyok között. Ezek az oxidok valószínűleg kevésbé felvehetőek. A folyamatok pontos mechanizmusa még nem ismeretes.

P. Pande ezúton is szeretné kifejezni köszönetét a Council of Scientific and Industrial Research-nek (New Delhi, India) a vizsgálatokhoz nyújtott pénzügyi támogatásért.

Összefoglalás

A mangán, a réz és a nikkell hatását tanulmányoztuk egy alluviális talaj vastartalmának felvehetőségére. Megállapítottuk, hogy a nehézfémek mennyiségének növekedésével csökken a talajhoz hozzáadott vas felvehetősége. Hasonlóképp csökken a felvehető vas mennyisége az inkubációs időtartam emelkedésével. Ha a nehézfémekkel együtt 30 ppm vasat adtunk a talajhoz, a felvehető vas mennyisége 60 nap múlva csökkent a kontroll talajminta vasszintjére. A talaj pH-ja az inkubáció kezdeti szakaszában csökkent, majd növekvő tendenciát mutatott, a felvehető vas mennyiségének időbeni csökkenésével párhuzamosan. A tanulmányozott három nehézfém különböző adagjai közül az 50 ppm-es mangánadag csökkentette a leginkább a vas felvehetőségét.

Irodalom

- [1] BINGHAM, F. T., MARTIN, J. P. & CHASTAIN, J. A.: Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element nutrition of citrus. Soil Sci. 86. 24—31. 1958.

- [2] BROWN, J. C. et al.: Effects of phosphorus and copper salts on iron chlorosis of rice in flooded and non-flooded soil and the associated enzymatic activity. *Soil Sci.* **79**. 363—372. 1955.
- [3] CROOKE, W. M., HUNTER, J. G. & VERGNANO, O.: The relationship between nickel toxicity and iron supply. *Ann. Appl. Biol.* **41**. 311—324. 1954.
- [4] DEKOCK, P. C.: Heavy metal toxicity and iron chlorosis. *Ann. Bot. (London)* **N.S.** **20**. 133—141. 1956.
- [5] HANGER, B. C.: The influence of iron upon the toxicity of manganese, molybdenum, copper and boron in red clover (*Trifolium pratense* L.). *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* **31**. 315—317. 1965.
- [6] HEWITT, E. J.: The role of mineral elements in plant nutrition. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **2**. 25—52. 1951.
- [7] HOLMES, R. S. & BROWN, J. C.: Yearbook of Agriculture. 111—115. USDA. Washington. 1957.
- [8] KLIMAN, S.: The importance of ferrous iron in plants and soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **2**. 385—392. 1938.
- [9] NASON, A. & McELROY, V. D. In: Stewart, F. C. (Ed.) *Plant Physiology*. Vol. **3**. Academic Press. New York. 1963.
- [10] OLSON, R. V.: Iron. In: *Methods of Soil Analysis*. Black, C. A. (Ed.) Part 2. 963—973. Amer. Soc. Agron. Madison. 1965.
- [11] REUTHER, W. & SMITH, P. F.: Effects of high copper content of sandy soil on growth of citrus seedlings. *Soil Sci.* **75**. 219—224. 1953.
- [12] SHERMAN, G. D. & FUJIMOTO, C. K.: The effect of the use of lime, soil fumigants and mulch on the solubility of manganese in Hawaiian soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **11**. 206—210. 1947.
- [13] SPENCER, W. F.: Effect of copper on yield and uptake of phosphorus and iron by citrus seedlings grown at various phosphorus levels. *Soil Sci.* **102**. 296—299. 1966.

Érkezett: 1975. február 18.

Effect of Some Heavy Metals on the Availability of Iron

P. PANDE and S. G. MISRA

Department of Chemistry, University of Allahabad, Allahabad (India)

Summary

Effect of Mn, Cu and Ni on the availability of Fe in an alluvial soil has been investigated. It has been observed that increasing doses of heavy metals resulted in a decreased availability of Fe added externally to the soil. The level of available Fe decreased also with increasing period of incubation. When 30 ppm iron was added along with heavy metals, after 60 days of incubation the level equalled that of control. The pH of the soil decreased at early stages of incubation but it showed an increasing trend as the availability of Fe decreased with time. Of the three heavy metals used, 50 ppm Mn showed maximum efficiency in making added Fe unavailable.

Table 1. Some of the chemical properties of the soil used. a) Soil type: alluvial soil; b) Total organic C; c) Available Fe; d) Exchangeable Mn; e) Exchangeable Cu; f) Exchangeable Ni.

Table 2. Effect of Mn on the availability of Fe (available Fe, ppm) and on the pH of the soil (on the 15th, 30th and 60th days). (1) Trace element added to the soil.

Table 3. Effect of Cu on the availability of Fe (available Fe, ppm) and on the pH of the soil (on the 15th, 30th and 60th days). (1) Trace element added to the soil.

Table 4. Effect of Ni on the availability of Fe (available Fe, ppm) and on the pH of the soil (on the 15th, 30th and 60th days). (1) Trace element added to the soil.

Effet de quelques métaux lourds sur la disponibilité du fer

P. PANDE et S. G. MISRA

Département de Chimie, Université d'Allahabad, Allahabad (Indes)

Résumé

On a étudié l'effet de Mn, Cu et Ni sur la disponibilité du Fe dans un sol alluvial. Avec l'augmentation des doses des métaux lourds ainsi qu'avec le prolongement de la période d'incubation, la disponibilité du fer, ajouté au sol, a diminué. Quand on a ajouté 30 ppm de fer avec les métaux lourds, la quantité du fer disponible devenait égale à celle du contrôle après 60 jours. Le pH du sol a diminué à la phase initiale de l'incubation, mais il a montré une tendance accroissante parallèlement avec la diminution de la disponibilité du Fe avec le temps. Parmi les doses des métaux lourds c'était 50 ppm de Mn qui a provoqué une diminution maximum dans la disponibilité du Fe ajouté.

Tableau 1. Quelques propriétés chimiques des sols étudiés. a) Type de sol: sol alluvial. b) C organique totale. c) Fe disponible. d) Mn échangeable. e) Cu échangeable. f) Ni échangeable.

Tableau 2. Effet du Mn sur la disponibilité du Fe (Fe disponible, ppm) et sur le pH du sol (au 15^{ème}, 30^{ème} et 60^{ème} jour). (1) Oligo-élément ajouté au sol.

Tableau 3. Effet du Cu sur la disponibilité du Fe (Fe disponible, ppm) et sur le pH du sol (au 15^{ème}, 30^{ème} et 60^{ème} jour). (1) Oligo-élément ajouté au sol.

Tableau 4. Effet du Ni sur la disponibilité du Fe (Fe disponible, ppm) et sur le pH du sol (au 15^{ème}, 30^{ème} et 60^{ème} jour). (1) Oligo-élément ajouté au sol.

Влияние некоторых тяжелых металлов на содержание усвояемого железа

П. ПАНДЕ и С. Г. МИСРА

Аллахабадский Университет, Кафедра химии, Аллахабад (Индия)

Резюме

Изучали влияние марганца, меди и никкеля на подвижность железа в аллювиальной почве. Установили, что с увеличением содержания тяжелых металлов снижается содержание усвояемого железа, внесенного в почву. Подобным образом снижается количество усвояемого железа по мере увеличения время инкубация. Если в почву вместе с тяжелыми металлами вносили 30 мг/кг железа, то уже через 60 дней инкубации количество усвояемого железа снижалось до уровня содержания его в контрольной почве. В начальной стадии инкубации реакция среды почвы снижалась, затем наблюдалась тенденция к повышению параллельно снижению содержания усвояемого железа. Из трех изученных тяжелых металлов наибольшее влияние на снижение количества усвояемого железа оказал марганец в концентрации 50 мг/гк.

Табл. 1. Некоторые химические показатели изученной почвы. а) Тип почвы: аллювиальная. б) Общий С. с) Усвояемое железо. д) Обменный марганец. е) Обменная медь. ф) Обменный никкель.

Табл. 2. Влияние марганца на усвояемость железа (мг/кг) и на реакцию среды почвы. 15, 30 и 60 дней. (1) Микроэлементы внесенные в почву.

Табл. 3. Влияние меди на усвояемость железа (мг/кг) и на реакцию среды почвы. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 4. Влияние никкеля на усвояемость железа (мг/кг) и на реакцию среды почвы. Обозначения смотри в таблице 2.